

Patent No. **88441**  
on December 16, 1993  
Title granted.....

GRAND DUCHY OF LUXEMBOURG

Minster for Economics and for  
Small Firms and Traders  
Intellectual Property Department  
LUXEMBOURG

**Patent application****(1)****I. Request**

Company called: PAUL WURTH S.A., 32, rue d'Alsace, (2)  
L-1122 Luxembourg

Represented by: Mssr Ernest T. FREYLINGER, Armand SCHMITT (3)  
and/or Pierre KIHN, OFFICE DE BREVETS ERNEST T. FREYLINGER,  
321, route d'Arlon, B.P. 48, L-8001 Strassen/Luxembourg  
files (file) sixteen December, one thousand nine hundred (4)  
and ninety three

at 3.00 pm at the Ministry of Economics and Small Firms and  
Traders, in Luxembourg:

1. The present request for obtaining a patent relating to:

(5)

Process for the treatment of a steam/air mixture  
contaminated with sulfur-containing  
gases

2. The description in French of the invention in three  
copies;

3. 1 (one) plates of drawings, in three copies:

4. The receipt of duties paid to the Luxembourg Record  
Office on 12.15.1993;

5. Delegation of authority, dated Luxembourg 04.28.1993;

6. The document in question (authorization); (power of  
attorney)

state(s), assuming the responsibility of this statement,  
that the inventor(s) is(are):

(6)

claim(s) for the abovementioned patent application the  
priority of application(s) of

(7)

/ filed as (8) /  
on (9) /

under No. (10) /

in the name of (11) /

elect(s) domicile for it and, if designated, for its agent, in  
Luxembourg

321, route d'Arlon, B.P. 48, L-8001 Strassen/Luxembourg (12)

request(s) the granting of a patent for the subject matter  
described and represented in the abovementioned annexes,

with postponement of this grant for 18 (eighteen) months. (13)

one of the agents: [signature] (14)

## II. Filing Report

The abovementioned patent application was filed at the Ministry of Economics and Small Firms and Traders, Intellectual Property Department in Luxembourg, dated: **December 16, 1993**

at 3.00 pm [official stamp] pp Minister for Economics and for Small Firms and Traders  
p.d.  
Head of the Intellectual Property Department

A 68007

## EXPLANATIONS RELATING TO THE FILING FORM

(1) If necessary an "application for a certificate of addition to the main patent, to the main patent application No.... on ..... " - (2) fill in the surname, forename, profession and address of the applicant when he or she is an individual or the company name, legal form and address of the registered office(s) when the applicant is a corporate body - (3) fill in the surname, forename and address of the approved agent, intellectual property consultant, provided with special authority, if necessary: "represented by...acting as agent" - (4) date of filing spelt out - (5) title of the invention - (6) fill in the surnames, forenames and addresses of the inventors or the information "(see) separate designation (below)" when the designation is or shall be in a separate document, or else the indication "no notification" when the inventor signs or shall sign a non-notification document to be attached to a present or future separate designation - (7) patent, certificate of addition, utility model, European patent (EPC), international protection (PCT) - (8) State in which first filing has taken place or, as the case may be, the States designated in the priority European or international application - (9) date of the first filing - (10) number of the complete first filing, where appropriate with indication of the receiving office (EPC/PCT) - (11) name of the proprietor of the first filing - (12) address of the effective or elected domicile in the Grand Duchy of Luxembourg - (13) 2, 6, 12 or 18 months - (14) signature of the applicant or the approved agent.

**CLAIM FOR THE PRIORITY**

of the patent application/utility model  
in  
on

**Description**

filed in support of an application for a

**PATENT**

in

**Luxembourg**

In the name of:      PAUL WURTH S.A.  
                             32, rue d'Alsace  
                             L-1122 Luxembourg

for:                    Process    for the treatment of a steam/air  
                             mixture    contaminated with sulfur-containing  
                             gases

**PROCESS FOR THE TREATMENT OF A STEAM/AIR MIXTURE CONTAMINATED  
WITH SULFUR-CONTAINING GASES**

The present invention relates to a process for the treatment of a steam/air mixture contaminated with sulfur-containing gases, said mixture forming during the granulation of blast furnace slag.

The invention also relates to an installation for implementing this process.

Several processes and installations are known at the present time for granulating blast furnace slag. For example, it is frequent practice to inject a powerful water jet using a spray head into a flow of molten slag. Advantageous embodiments of such spray heads are described for example in European patent application EP 0 082 279.

In this kind of installation, one poorly controlled problem is that of steam contaminated *inter alia* with sulfur-containing gases, including hydrogen sulfide  $H_2S$  and sulfur dioxide  $SO_2$ , which are generated in large quantities and with essentially variable flow rates during injection of water into the molten slag.

After granulation, the slag may be dehydrated, for example in a rotary cylinder bounded on the outside by a filtering surface. This process and the corresponding installation are described in United States patent US-4 204 855 to which the reader should refer for additional detailed explanations. During this slag dehydration, a steam/air mixture contaminated with sulfur-containing gases also forms.

Sometimes the contaminated steam produced during granulation is discharged without any treatment into the atmosphere, which of course is a nuisance for inhabitants in the area around factories, given the particularly unpleasant smell and toxicity

of H<sub>2</sub>S.

Some installations are equipped with a closed condensing tower, which is located above the granulating basin in which the slag is cooled. In this condensing tower, spray nozzles spray water onto the convectively ascending gases and vapors. The spray water output by the spray nozzles and the condensates are recovered via ducts located beneath the spray nozzles. However, these installations are not entirely satisfactory. Given the slag flow rates and consequently the flow rates of the ascending vapors and gases vary over time, it is therefore difficult to create and maintain a stable and sufficient underpressure through the condensation of the steam in the region of the spray nozzles. At certain moments, an overpressure is thus created in the condensing zone of the tower, thereby preventing the vapors from rising up to the spray nozzles. Sufficient condensation of the steam and the effective elimination of the sulfur-containing gases are no longer achieved. Contaminated steam therefore escapes in an uncontrolled manner into the open air.

German patent application P 3511958.6, filed on April 2, 1985, describes an installation for granulating blast furnace slag that uses a closed gas circulation system. The steam generated when water is injected into the molten slag is entrained by a water jet directly into the water-filled granulating basin so as to partially condense therein. The residual gases and steam emanating from the granulating basin are sprayed with water, using spray nozzles installed in a condenser located above the water tank. The ascending steam and the sprayed water consequently constitute two countercurrent streams. It is claimed that the residual gases and steam not eliminated by this scrubbing are conducted back to the spray head via an internal circulation created in the installation. The German document does not mention how an overpressure is avoided in the installation, which would result in uncontrolled leakage of contaminated gases to the outside. Nor can this system be used

to equip an existing installation. This is because the granulating installation must be constructed so as to form a completely gas-tight system.

In addition to the specific disadvantages mentioned, these processes and installations are incapable of effectively eliminating hydrogen sulfide. This gas is peculiar in that the human nose can detect it in minute concentrations that are barely measurable and are far below its toxicity threshold. Given that hydrogen sulfide is characterized by a particularly unpleasant smell of rotten eggs, it represents a great nuisance to people living and working near installations generating hydrogen sulfide  $H_2S$ . The limiting concentrations imposed by legislation are consequently very stringent.

One solution for eliminating hydrogen sulfide from a gas mixture consists in passing a contaminated gas mixture over a steel wool filter. The hydrogen sulfide is then eliminated by being converted to iron sulfide. This process is most particularly suitable for small installations, but cannot be applied to the air/steam mixture formed during granulation of blast furnace slag since, on the one hand, the steam content is very high, which would run the risk of making the steel wool filter ineffective, and, on the other hand, the flow rates of the gases to be treated are very high, which would require enormous filters that are expensive to maintain.

One object of the present invention is to provide an improved process for the treatment of an air/steam mixture formed during granulation of blast furnace slag and contaminated with sulfur-containing gases, which makes it possible to treat very variable flows of contaminated steam in an efficient manner and to eliminate sulfur dioxide and hydrogen sulfide efficiently.

In accordance with the present invention, this objective is achieved essentially by the fact that said gas mixture is firstly subjected to a gas scrubbing operation, so as to partly

condense it and extract therefrom a portion of the contaminants, and the noncondensed and nondissolved portion of said mixture is collected and released close to a stream of molten slag.

The steam/air mixture contaminated with sulfur-containing gases, which forms during granulation of blast furnace slag, is firstly subjected to a conventional gas scrubbing operation consisting in spraying an aqueous solution onto the gas mixture, which serves to condense a large portion of the condensable gases and to eliminate most of the sulfur dioxide by dissolving it in the water. Gas scrubbing is only barely effective for eliminating hydrogen sulfide since this gas, unlike sulfur dioxide, is not very soluble in water. According to the literature, it is possible to dissolve in cold water 22.8 g/100 cm<sup>3</sup> of sulfur dioxide, whereas only 437 cm<sup>3</sup> of gaseous hydrogen sulfide can be dissolved, which corresponds to 0.7 g/100 cm<sup>3</sup> under the same conditions. The hydrogen sulfide is eliminated by channeling and releasing the noncondensed and nondissolved portion of the gas mixture above the stream of molten slag. The hydrogen sulfide is oxidized to sulfur dioxide, since close to the stream of molten slag the temperatures are high and the air thereat is rich in oxygen. The sulfur dioxide thus formed is entrained into the granulating installation and is then eliminated via the gas scrubbing.

According to a first advantageous embodiment, said mixture is firstly conveyed into an ascending stream and then the mixture flows as a descending stream into a chamber maintained at an underpressure, in which chamber an aqueous alkaline solution is sprayed, as a parallel stream, into said descending stream, which partially decontaminates and condenses said mixture. The noncondensed gases are removed by a forced stream that can be adjusted so as to create and maintain an underpressure inside said chamber.

The steam/air mixture contaminated with sulfur-containing gases, which forms during blast furnace slag granulation, is conveyed into an ascending stream. This ascending movement is partially a convective movement, reinforced however by extraction of the noncondensed treated gases of the installation.

An adjustable dynamic underpressure is created inside said chamber by the controlled removal of the noncondensed gases from the bottom of said chamber to the outside of the tower. Condensing the steam by spraying water also helps to maintain an underpressure in said chamber. This underpressure creates in said chamber a descending stream of the steam/gas mixture. The steam condenses as a result of being cooled by spraying cold water into the steam. The elimination of the sulfur-containing gases, essentially sulfur dioxide  $\text{SO}_2$ , stems mainly from a dissolution and in addition from an absorption, from a precipitation and/or from oxidation-reduction reactions in the finely sprayed aqueous alkaline solution. It should be noted that the water is sprayed into the descending steam/gas mixture inside said chamber. Consequently, a forced parallel stream of spray water and steam/gas is established between the open upper end and the closed lower end of the chamber. The advantage of this is that spray water condenses the steam, reacts with the sulfur-containing gases and at the same time entrains the noncondensed gases to the bottom of the chamber, where they are removed. Any accumulation of air and uncondensed steam, resulting in a reflux that would prevent the contaminated steam from reaching the condensing zone, is not possible. In this way, an irksome effect, often encountered in the prior art, is effectively eliminated.

The present invention also discloses an installation for the treatment of a contaminated steam/air mixture that forms during granulation of blast furnace slag in a granulating installation, characterized by a closed tower located above the granulating unit, said tower being intended to scavenge said



steam/gas mixture by spray nozzles placed inside said closed tower, these spray nozzles being connected to a pipe for delivering a gas scrubbing solution, by at least one scavenger located beneath said spray nozzles, by at least one scrubbing solution/condensate outflow line connected to said at least one scavenger, by at least one line for sucking out the noncondensed gases, which line emerges in said tower, by at least one variable-rate extraction pump connected to said suction line and intended to remove said gases out of said tower and to maintain an underpressure in said tower, and by at least one line conveying and releasing said extracted gases near to a channel conducting a molten slag stream to a granulating head.

The installation implementing the present invention may equip most existing units for granulating blast furnace slag, and do so for a relatively low cost. This is because, unlike the installation described in German patent application P 3511958.6, it is not necessary for the granulating unit to be gas-tight.

Advantageously, the installation also includes at least one oblong chamber closed at its lower end and open at its upper end, which is placed vertically inside said closed tower.

Preferably, the variable-rate pump used is a fan.

It will be appreciated that the pump may be connected to a probe for adjusting the flow rate of said pump according to the underpressure inside said chamber.

The flow rate of gas removed is adjusted so as to maintain an underpressure in the tower, thereby preventing contaminated steam from escaping at any moment from the installation uncontrollably. Now, during granulation of blast furnace slag, the slag flow rates and, consequently, the flow rates of steam and sulfur-containing gases formed are very variable. The

decontaminating/condensing unit must consequently be capable of controlling variable contaminated steam and air flow rates. This flexibility as regards variations in flow rates of contaminated steam and air to be treated is achieved by varying the flow rate of the stream of partially decontaminated air extracted from said chamber.

Other particular aspects and features will emerge from the detailed description of an advantageous embodiment, presented below by way of illustration, with reference to the appended drawing. In this drawing:

- figure 1 shows schematically a preferred embodiment of an installation for the treatment of contaminated steam formed during granulation of blast furnace slag, illustrating this invention.

Figure 1 shows a granulating unit 8 located in general in a granulating building (not shown). A powerful water jet is injected by means of a spray head 14 into a stream of molten slag conveyed via a channel 10 of a blast furnace or from a slag ladle in the unit 8. This jet causes slag granulates to form, which drop into a cooling basin 18. In this basin 18, said granulates are continuously removed to a dehydration unit (not shown) as described for example in patent US 4 204 855.

The steam and gases formed when the molten slag is suddenly cooled by the water jet, together with the gases and steam emanating from the basin 18, undergo an ascending movement and are scavenged by a closed tower 20 located above the basin 18. In this tower 20 there is an oblong, cylindrical or prismatic chamber 34. This chamber 34 is closed at its lower base by a funnel-shaped bottom 22 and open at its upper base. Figure 1 shows that the chamber 34 is installed in the tower 20 so as to define a duct 21, formed by a restriction in the cross section of the tower 20. This duct conveys the gas mixture, formed from heated steam, gases and air, up to the inlet of the chamber 34. In the chamber 34, an underpressure is maintained relative to

the external atmosphere by continuously removing the treated gases via a line 24 located in the bottom of the chamber 34. For this purpose, the line 24 is connected to a pump or to a fan 26 that maintains a descending stream 23 of the gas mixture to be treated in the chamber 34. The gases removed via the line 24 are conveyed and released close to the channel 10 conveying the slag to the granulating head 14. Any hydrogen sulfide that has not been removed during the gas scrubbing in the tower 20 is oxidized to sulfur dioxide. The gases conveyed to the channel are entrained by the stream of scoria into the tower 20, to be reprocessed therein.

Spray nozzles 30 are installed in the chamber 34. These spray nozzles 30, which are preferably installed in several superposed rows in the upper part of the chamber 34, are connected to a cold alkaline water feed pipe 63. They are used to spray this cold alkaline water into the descending stream 23 of the gas mixture. The steam condenses by intimate contact between the sprayed cold water and the steam. Spraying promotes contact between the two phases, this having a beneficial effect on the progression of these decontamination reactions. It should be noted that the sprayed water jets emanating from the spray nozzles have the secondary effect of enhancing the dynamic behavior of the descending stream of the gas mixture to be treated in the chamber 34 and of promoting suction of the noncondensed gases and steam at the open upper end of the chamber 34. This effect is also enhanced by the arrangement of the spray nozzles 30 in superposed rows.

In the chamber 34, the spray water and the condensate are collected via the funnel-shaped bottom 22 and discharged via a discharge line 58.

In the lower part of the chamber 34, the gas phase therefore essentially contains air that has undergone a scrubbing operation.

A probe 66, installed in the lower part of the chamber 34, measures the underpressure therein. This probe 66 may be used to adjust the flow rate of the fan 26 that extracts the partially purified gas, so as to maintain a stable underpressure in the chamber 34.

The steam and air coming from the granulate dehydrating unit (not shown) may advantageously be purified by the same installation described above. For this purpose, the dehydration unit is provided with a hood that captures the convectively ascending steam/air mixture. This mixture is conveyed from the dehydrating unit to the tower 20 via a duct 38 optionally provided with a valve 36. This valve 36 controls at any moment the flow rate of the steam/air mixture conveyed into the tower 20 via this channel.

However, the invention is not limited to the embodiments that have been described and shown above, rather it may advantageously be applied in all slag granulating and dehydrating units in which sulfur-containing gases and steam are released. Other known gas scrubbing methods could also be used.

**CLAIMS**

1. A process for the treatment of a steam/air mixture contaminated with sulfur-containing gases, said mixture being formed during granulation of blast furnace slag in a granulating unit, characterized in that said gas mixture is firstly subjected to a gas scrubbing operation, so as to partly condense it and extract therefrom a portion of the contaminants, and in that the noncondensed and nondissolved portion of said mixture is collected and released close to a stream of molten slag.

2. The process for the treatment of a contaminated steam/air mixture as claimed in claim 1, characterized in that said mixture is firstly conveyed into an ascending stream and then the mixture flows as a descending stream (23) into a chamber (34) maintained at an underpressure, in which chamber an alkaline aqueous solution is sprayed, as a parallel stream, into said descending stream, which partially decontaminates and condenses said mixture, and in that the noncondensed gases are collected and discharged to the outside of said installation as a forced stream that can be adjusted so as to create and maintain an underpressure inside said chamber.

3. An installation for the treatment of a steam/air/sulfur-containing gases mixture generated during granulation of blast furnace slag in a granulating unit, characterized by a closed tower (20) located above the granulating unit (8), said tower being intended to scavenge said steam/gas mixture by spray nozzles (30) placed inside said closed tower (20), these spray nozzles (30) being connected to a pipe (63) for delivering a gas scrubbing solution, by at least one scavenger located beneath said spray nozzles, by at least one scrubbing solution/condensate outflow line (58) connected to said at least one scavenger, by at least one line (24) for sucking out the noncondensed gases, which line emerges in said tower (20), by at least one variable-rate extraction pump (26) connected to

said suction line (24) and intended to remove said gases out of said tower and to maintain an underpressure in said tower, and by at least one line conveying and releasing said extracted gases near to a channel conducting a molten slag stream to a granulating head.

4. The installation as claimed in claim 3, characterized by at least one oblong chamber (34) closed at its lower end (22) and open at its upper end, said chamber being placed vertically inside said closed tower (20), by at least one scrubbing water/condensate outflow line (58) emerging in the lower end (22) of the chamber (34) and by at least one suction line (24) for sucking out the noncondensed gases, which emerges in the lower part of said chamber (34).

5. The installation as claimed in claim 3 or 4, characterized in that the variable-rate pump used is a fan (26).

6. The installation as claimed in any one of claims 3 to 5, characterized in that the pump (26) is connected to a probe (66) for adjusting the flow rate of the pump (26) according to the underpressure inside said chamber (34).



(11) Numéro du brevet d'invention: **88 441**

(12)

## BREVET D'INVENTION

(45) Date de délivrance du brevet d'invention: **10.07.1995**

(51) Int. Cl.: **B01D53/34, C21B3/08**

(22) Date de dépôt: **16.12.1993**

---

(54) Procédé pour le traitement d'un mélange de vapeurs d'eau et d'air pollué par des gaz sulfurés

---

(73) Titulaire: **PAUL WURTH S.A.  
32, rue d'Alsace  
L-1122 Luxembourg (LU)**

(72) Inventeur: **Solvi Marc  
56, route des 3 Cantons  
L-3961 Ehlang s/Messe (LU)**

**Frieden Romain  
4, rue de l'Ecole  
L-6235 Beidweiler (LU)**

(74) Mandataire: **Freylinger, Ernest T., Armand Schmitt et/ou Pierre Kihn  
c/o Office de Brevets Ernest T. Freylinger  
321, route d'Arlon  
Boîte Postale 48  
L-8001 Strassen (LU)**

Brevet N° **8844**  
du 16 décembre 1993  
Titre délivré \_\_\_\_\_

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre  
de l'Économie et des Classes Moyennes  
Service de la Propriété Intellectuelle  
LUXEMBOURG

## Demande de Brevet d'Invention

### I. Requête

La Société dite: PAUL WURTH S.A., 32, rue d'Alsace, (2)  
L-1122 Luxembourg

Représentée par: MM. Ernest T. FREYLINGER, Armand SCHMITT, et/ou  
Pierre KIHN, OFFICE DE BREVETS ERNEST T. FREYLINGER, (3)  
321, route d'Arlon, B.P.48, L-8001 Strassen/Luxembourg

dépose(nt) ce seize décembre mil neuf cent quatre-vingt-treize (4)  
à 15.00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg:

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant:

Procédé pour le traitement d'un mélange de vapeurs d'eau  
et d'air pollué par des gaz sulfurés.

2. la description en langue française de l'invention en trois exemplaires;  
3. 1 (une) planches de dessin, en trois exemplaires;  
4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le 15.12.1993;  
5. la délégation de pouvoir, datée de Luxembourg le 28.04.1993;  
6. le document d'ayant cause (autorisation); (pouvoir général)

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont): (6)

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de (7)  
déposée(s) en (8) /

le (9) /  
sous le N° (10) /  
au nom de (11) /

élit(élisent) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg  
321, route d'Arlon, B.P.48, L-8001 Strassen /Luxembourg (12)

sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées,  
avec ajournement de cette délivrance à 18 (dix-huit) mois. (13)

Un des ~~co-signataires~~ mandataires: Philippe (14)

### II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes,  
Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du: 16 décembre 1993

à 15.00 heures



Pr. le Ministre de l'Économie et des Classes Moyennes,  
p. d.

Le chef du service de la propriété intellectuelle,

A 68007

#### EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT

(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No ..... du .....". (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale. (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il y a lieu "représenté par ..... agissant en qualité de mandataire". (4) date de dépôt en toutes lettres. (5) titre de l'invention. (6) inscrire les nom, prénom, adresse des inventeurs ou l'indication "(voir) désignation séparée (suivra)", lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner". Lorsque l'inventeur signe ou signera un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future. (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT). (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire. (9) date du premier dépôt. (10) numéro du premier dépôt complet, le cas échéant, par l'indication de l'Office récepteur CBE/PCT. (11) nom du titulaire du premier dépôt. (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg. (13) 2, 6, 12 ou 18 mois. (14) signature du demandeur ou du mandataire agréé.

B01D 53/34

C21B 3/08



REVENDEICATION DE LA PRIORITE

P-PWU-3 01/ LU

de la demande de brevet / du modèle d'utilité

En

Du

## Mémoire Descriptif

déposé à l'appui d'une demande de

# BREVET D'INVENTION

au

Luxembourg

au nom de :

PAUL WURTH S.A.  
32, rue d'Alsace  
L-1122 Luxembourg

pour :

Procédé pour le traitement d'un mélange de  
vapeurs d'eau et d'air pollué par des gaz  
sulfurés.

PROCÉDÉ POUR LE TRAITEMENT D'UN MÉLANGE DE VAPEURS D'EAU ET  
D'AIR POLLUÉ PAR DES GAZ SULFURÉS.

La présente invention concerne un procédé pour le  
5 traitement d'un mélange de vapeurs d'eau et d'air, pollué  
par des gaz sulfurés qui se forme lors de la production de  
granulation de laitier de haut fourneau.

L'invention concerne également une installation pour la  
mise en oeuvre de ce procédé.

10 Plusieurs procédés et installations sont connus  
actuellement pour la granulation de laitier de haut  
fourneau. Il est par exemple fréquent d'injecter un  
puissant jet d'eau à l'aide d'une tête de pulvérisation  
dans un débit de laitier fondu. Des réalisations  
15 avantageuses de telles têtes de pulvérisation sont décrites  
par exemple dans la demande de brevet européen EP 0 082  
279.

Un problème mal contrôlé dans ce genre d'installation  
est constitué par les vapeurs d'eau contaminées entre  
20 autres par des gaz sulfurés dont le sulfure d'hydrogène  $H_2S$   
et le dioxyde de soufre  $SO_2$ , générées en quantités  
importantes et à des débits essentiellement variables lors  
de l'injection d'eau dans le laitier fondu.

Après la granulation, le laitier peut être déshydraté  
25 par exemple dans un cylindre rotatif délimité à l'extérieur  
par une surface filtrante. Ce procédé et l'installation  
correspondante sont décrites dans le brevet des Etats-Unis  
US-4,205,855 auquel le lecteur voudrait bien se référer  
pour des explications détaillées supplémentaires. Lors de  
30 cette déshydratation du laitier, il se forme aussi un  
mélange de vapeurs d'eau et d'air, pollué par des gaz  
sulfurés.

Parfois, les vapeurs polluées produites pendant la  
granulation sont rejetées sans traitement dans  
35 l'atmosphère, ce qui constitue naturellement une nuisance

pour les habitants aux alentours des usines, vu l'odeur particulièrement désagréable et la toxicité du  $H_2S$ .

Certaines installations sont équipées d'une tour de condensation fermée qui est située au-dessus du bassin de granulation dans lequel le laitier est refroidi. Dans cette  
5 tour de condensation, des gicleurs aspergent de l'eau sur les gaz et vapeurs chauds ascendants par convection. L'eau d'arrosage issue des gicleurs et les condensats sont récupérés par des goulottes situées en-dessous des  
10 gicleurs. Ces installations ne donnent cependant pas entièrement satisfaction. Vu que les débits de laitier et par conséquent les débits de vapeurs et de gaz ascendants sont variables en fonction du temps, il est en effet difficile de créer et de maintenir une dépression stable et  
15 suffisante par condensation des vapeurs d'eau dans la zone des gicleurs. A certains moments, il se produit ainsi une surpression dans la zone de condensation de la tour, qui empêche les vapeurs de remonter jusqu'aux gicleurs. Une condensation des vapeurs d'eau suffisante et une  
20 élimination efficace des gaz sulfurés n'est plus assurée. Des vapeurs polluées peuvent s'échapper alors d'une manière incontrôlée à l'air libre.

La demande de brevet allemand P 3511958.6, déposée le 2 avril 1985, décrit une installation de granulation de  
25 laitier de haut fourneau qui utilise un système fermé de circulation de gaz. Les vapeurs générées lors de l'injection d'eau dans le laitier fondu, sont entraînées par un jet d'eau directement dans le bassin de granulation rempli d'eau pour y être condensées partiellement. Les  
30 vapeurs et les gaz résiduels émanant du bassin de granulation sont arrosés d'eau, à l'aide de gicleurs installés dans un condenseur situé au-dessus de la réserve d'eau. Les vapeurs ascendantes et l'eau pulvérisée constituent en conséquence deux flux à contre-courant. Il  
35 est prétendu que les gaz et vapeurs résiduels qui ne sont pas éliminés par ce lavage sont reconduits vers la tête de

pulvérisation par une circulation interne, qui se créerait dans l'installation. Le document allemand ne mentionne pas comment on évite une surpression dans l'installation, qui engendre une fuite incontrôlée de gaz pollués vers  
5 l'extérieur. Ce système ne peut pas non plus être utilisé pour équiper une installation existante. L'installation de granulation doit en effet être construite de manière à constituer un système parfaitement étanche pour les gaz.

En plus des désavantages spécifiques cités, ces  
10 procédés et installations ne parviennent pas à éliminer, d'une manière efficace, le sulfure d'hydrogène. Ce gaz est particulier en ce sens que le nez humain le détecte à des concentrations infimes qui sont à peine mesurables et qui sont loin en dessous de son seuil de toxicité. Etant donné  
15 que le sulfure d'hydrogène se caractérise par une odeur particulièrement désagréable d'oeufs pourris, il présente une forte nuisance pour les gens vivant et travaillant à proximité d'installations générant du sulfure d'hydrogène  $H_2S$ . Les concentrations limites imposées par les  
20 législations sont par conséquent très sévères.

Une solution pour éliminer le sulfure d'hydrogène d'un mélange de gaz consiste à faire passer un mélange de gaz pollué sur un filtre en laine de fer. Le sulfure d'hydrogène est alors éliminé par transformation en sulfure  
25 de fer. Ce procédé est surtout adapté à des installations de petite taille et ne peut être appliqué au mélange d'air et de vapeurs, formé lors de la production de granulats de laitier de haut fourneau car, d'une part, la teneur en vapeurs d'eau est très élevée ce qui risquerait de rendre  
30 le filtre en laine de fer inefficace, et d'autre part, les débits de gaz à traiter sont très importants ce qui nécessite des filtres énormes et chers à l'entretien.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé amélioré pour le traitement d'un mélange d'air et  
35 de vapeurs, formé lors de la production de granulats de laitier de haut fourneau et pollué par des gaz sulfurés,

qui permet de traiter d'une manière efficace des débits de vapeurs polluées très variables, et d'éliminer efficacement le dioxyde de soufre et le sulfure de hydrogène.

Conformément à la présente invention, ce but est  
5 atteint essentiellement par le fait qu'on soumet d'abord ledit mélange de gaz à un lavage de gaz afin de le condenser partiellement et d'en extraire une partie des polluants, qu'on recueille et qu'on libère la partie non-condensée et non-dissoute dudit mélange à proximité d'un  
10 flux de laitier en fusion.

Le mélange de vapeurs et d'air pollué par des gaz sulfurés, qui est formé lors de la granulation de laitier de haut fourneau, est d'abord soumis à un lavage de gaz classique consistant en une pulvérisation d'une solution  
15 aqueuse sur le mélange de gaz qui permet de condenser une grande partie des gaz condensables et d'éliminer la majeure partie du dioxyde de soufre par dissolution dans l'eau. Le lavage des gaz n'est que peu efficace pour éliminer le sulfure d'hydrogène car celui-ci, contrairement au dioxyde  
20 de soufre, n'est pas très soluble dans l'eau. D'après la littérature, on parvient à mettre en solution dans de l'eau froide 22.8 g/100 cm<sup>3</sup> de dioxyde de soufre alors que l'on peut seulement dissoudre 437 cm<sup>3</sup>/100 cm<sup>3</sup> de sulfure d'hydrogène gazeux, ce qui correspond à 0,7 g /100 cm<sup>3</sup> dans  
25 les mêmes conditions. Le sulfure d'hydrogène est éliminé en canalisant et en libérant la partie non condensée et non dissoute du mélange de gaz au-dessus du flux de laitier en fusion. Le sulfure d'hydrogène est oxydé en dioxyde de soufre, car à proximité du flux de laitier en fusion les  
30 températures sont élevées et l'air y est riche en oxygène. Le dioxyde de soufre ainsi formé est entraîné dans l'installation de granulation et est ensuite éliminé via le lavage des gaz.

Selon un premier mode de réalisation avantageux, on  
35 canalise d'abord ledit mélange dans un flux ascendant, et ensuite le mélange s'écoule en un flux descendant dans une

enceinte maintenue en dépression où l'on pulvérise, en un écoulement parallèle, une solution aqueuse alcaline dans ledit flux descendant qui dépollue et condense partiellement ledit mélange. Les gaz non-condensés sont  
5 évacués par un courant forcé et réglable de manière à créer et à maintenir une dépression à l'intérieur de ladite enceinte.

Le mélange de vapeurs et d'air pollué par des gaz sulfurés, qui est formé lors de la granulation de laitier  
10 de haut fourneau, est canalisé dans un flux ascendant. Ce mouvement ascendant est partiellement un mouvement de convection, renforcé cependant par une extraction des gaz traités non condensés de l'installation.

Une dépression dynamique réglable est créée à  
15 l'intérieur de ladite enceinte par l'évacuation contrôlée des gaz non-condensés de la partie inférieure de cette dernière vers l'extérieur de la tour. La condensation des vapeurs d'eau par arrosage d'eau contribue aussi à maintenir ladite enceinte en dépression. Cette dépression  
20 crée dans ladite enceinte un flux descendant du mélange de vapeurs et de gaz. La condensation des vapeurs résulte d'un refroidissement par pulvérisation d'eau froide dans les vapeurs. L'élimination des gaz sulfurés, dont essentiellement le dioxyde de soufre  $SO_2$ , provient  
25 principalement d'un passage en solution et accessoirement d'une absorption, d'une précipitation et/ou de réactions d'oxydoréduction dans la solution aqueuse alcaline finement pulvérisée. On notera que l'eau est pulvérisée dans le mélange de vapeurs et de gaz descendants à l'intérieur de  
30 ladite enceinte. Il s'établit en conséquence un flux forcé et parallèle d'eau d'arrosage et de gaz et vapeurs entre l'extrémité supérieure ouverte et l'extrémité inférieure fermée de l'enceinte. L'avantage est que l'eau d'arrosage condense les vapeurs, réagit avec les gaz sulfurés et  
35 entraîne en même temps les gaz non-condensés vers le fond de l'enceinte où ceux-ci sont évacués. Une éventuelle

accumulation d'air et de vapeurs non condensées conduisant à un reflux qui empêche les vapeurs polluées d'atteindre la zone de condensation n'est pas possible. On a ainsi éliminé efficacement un phénomène gênant, souvent rencontré dans  
5 l'état de la technique actuelle.

La présente invention décrit aussi un dispositif pour le traitement d'un mélange de vapeurs d'eau et d'air, pollué, qui se forme lors de la production de granulat de laitier de haut fourneau dans une installation de  
10 granulation, caractérisé par une tour fermée située au-dessus de l'installation de granulation, destinée à capter ledit mélange de vapeurs et de gaz par des gicleurs disposés à l'intérieur de ladite tour fermée - ces gicleurs étant raccordés à une conduite de distribution d'une  
15 solution de lavage des gaz - par au moins un capteur situé en dessous desdits gicleurs, par au moins un conduit d'écoulement de la solution de lavage et du condensat relié audit au moins un capteur, par au moins un conduit d'aspiration des gaz non condensés débouchant dans ladite  
20 tour, par au moins une pompe d'extraction à débit variable raccordée audit conduit d'aspiration et destinée à évacuer lesdits gaz en-dehors de ladite tour et à maintenir une dépression dans ladite tour, par au moins un conduit acheminant et libérant lesdits gaz évacués à proximité  
25 d'une rigole conduisant un flux de laitier en fusion vers une tête de granulation.

L'installation mettant en oeuvre la présente invention pourra équiper la plupart des installations de granulation de laitier de haut fourneau existantes, et ceci à un coût  
30 relativement faible. En effet, contrairement à l'installation décrite dans la demande de brevet allemand P 3511958.6, il ne faut pas que l'installation de granulation soit étanche pour les gaz.

Avantageusement, le dispositif comprend également au  
35 moins une enceinte oblongue fermée à son extrémité

inférieure et ouverte à son extrémité supérieure, disposée verticalement à l'intérieur de ladite tour fermée.

Préférentiellement, la pompe à débit variable utilisée est un ventilateur.

5 On appréciera le fait que la pompe peut être reliée à une sonde de réglage du débit de celle-ci en fonction de la dépression à l'intérieur de ladite enceinte.

Le débit de gaz évacué est ajusté de façon à maintenir la tour en dépression, ce qui empêche à tout moment les  
10 vapeurs polluées de s'échapper d'une manière incontrôlée de l'installation. Or, lors de la granulation de laitier de haut fourneau, les débits de laitier et, par conséquent, les débits de vapeurs et de gaz sulfurés formés, sont très variables. L'installation de dépollution et de condensation  
15 devra, en conséquence, être capable de maîtriser des débits très variables de vapeurs et d'air pollués. Cette flexibilité en ce qui concerne les variations des débits de vapeurs et d'air pollués à traiter est assurée en faisant varier le débit du courant d'extraction de l'air  
20 partiellement dépollué de ladite enceinte.

D'autres particularités et caractéristiques ressortiront de la description détaillée d'un mode de réalisation avantageux, présenté ci-dessous, à titre d'illustration, en référence au dessin annexé. Sur ce  
25 dessin :

la Figure 1 représente schématiquement une réalisation préférentielle d'une installation de traitement des vapeurs polluées formées lors de la granulation de laitier de haut fourneau illustrant cette invention.

30 Sur la Figure 1, on voit une installation de granulation 8 qui se situe en général dans un bâtiment (non représenté) de granulation. Un puissant jet d'eau est injecté à l'aide d'une tête de pulvérisation 14 dans un débit de laitier fondu acheminé par une rigole 10 d'un haut  
35 fourneau ou d'une poche de laitier dans l'installation 8. Ce jet provoque la formation de granulat de laitier qui



tombe dans un bassin 18 de refroidissement. De ce bassin 18, ledit granulat est évacué en continu vers une installation de déshydratation (non représentée) telle que décrite p.ex dans le brevet US 4,204,855.

5 Les vapeurs et gaz formés lors du refroidissement brusque du laitier fondu par le jet d'eau, ainsi que les gaz et vapeurs qui émanent du bassin 18 suivent un mouvement ascendant et sont captés par une tour 20 fermée  
10 située au-dessus du bassin 18. Dans cette tour 20 se trouve une enceinte 34 oblongue cylindrique ou prismatique. Cette enceinte 34 est fermée à sa base inférieure par un fond en forme d'entonnoir 22 et ouverte à sa base supérieure. Sur la Figure 1, on voit que l'enceinte 34 est installée dans la tour 20 de façon à définir une cheminée 21, formée par  
15 une restriction de la section transversale de la tour 20. Cette cheminée canalise le mélange gazeux, formé de vapeurs, de gaz et d'air réchauffés, vers l'entrée de l'enceinte 34. L'enceinte 34 est maintenue en dépression par rapport à l'atmosphère extérieure par une évacuation  
20 continue de gaz traités via un conduit 24 situé dans la partie inférieure de l'enceinte 34. A cet effet, le conduit 24 est relié à une pompe ou à un ventilateur 26 qui maintient un flux descendant 23 du mélange gazeux à traiter dans l'enceinte 34. Les gaz évacués via le conduit 24 sont  
25 canalisés et libérés à proximité de la rigole 10 acheminant le laitier vers la tête de granulation 14. Le sulfure d'hydrogène qui n'a pas été éliminé lors du lavage des gaz dans la tour 20 est oxydé en dioxyde de soufre. Les gaz acheminés vers la rigole sont entraînés par le flux de  
30 scories vers la tour 20 pour y être retraités.

Dans l'enceinte 34 sont installés des gicleurs 30. Ces gicleurs 30, qui sont de préférence installés sur plusieurs rangées superposées dans la partie supérieure de l'enceinte 34, sont raccordés à une conduite d'alimentation 63 d'eau  
35 alcaline froide. Ils permettent de pulvériser cette eau alcaline froide dans le flux descendant 23 du mélange

gazeux. La condensation des vapeurs est obtenue par contact intime entre l'eau froide pulvérisée et les vapeurs. La pulvérisation favorise le contact entre les deux phases, ce qui a un effet bénéfique sur le déroulement de ces réactions de dépollution. Il sera noté que les jets d'eau pulvérisés issus des gicleurs ont pour effet secondaire de renforcer la dynamique du flux descendant du mélange gazeux à traiter dans l'enceinte 34 et de favoriser une aspiration des gaz non-condensés et des vapeurs au niveau de l'extrémité supérieure ouverte de l'enceinte 34. Cet effet est d'ailleurs renforcé par la disposition des gicleurs 30 en rangées superposées.

Dans l'enceinte 34, l'eau de pulvérisation et le condensat sont recueillis par le fond en forme d'entonnoir 22 et sont évacués par un conduit 58 d'évacuation.

Dans la partie inférieure de l'enceinte 34, la phase gazeuse contient donc essentiellement de l'air ayant subi un premier lavage.

Une sonde 66, installée dans la partie inférieure de l'enceinte 34, mesure la dépression à l'intérieur de celle-ci. Cette sonde 66 peut être utilisée pour régler le débit du ventilateur 26 qui évacue le gaz partiellement purifié, de façon à maintenir une dépression stable dans l'enceinte 34.

Les vapeurs d'eau et l'air en provenance de l'installation de déshydratation du granulat (non représentée) peuvent être purifiés avantageusement par la même installation décrite ci-avant. A cet effet, l'installation de déshydratation est munie d'une hotte qui capte le mélange de vapeurs et d'air ascendant par convection. Ce mélange est acheminé de l'installation de déshydratation vers la tour 20 via une cheminée 38 éventuellement munie d'un clapet 36. Ce clapet 36 permet de contrôler à tout moment le débit du mélange d'air et de vapeurs amené dans la tour 20 par cette voie.

L'invention n'est toutefois pas limitée aux modes de réalisation qui ont été décrits et représentés ci-avant, mais elle peut être avantageusement appliquée dans toutes les installations de granulation et de déshydratation de  
5 laitier dans lesquelles il y a libération de vapeurs et gaz sulfurés. Aussi peut-on utiliser d'autres méthodes de lavage de gaz connues.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour le traitement d'un mélange de vapeurs d'eau et d'air pollué par des gaz sulfurés et formé lors de la production de granulat de laitier de haut fourneau dans une installation de granulation, caractérisé en ce qu'on soumet d'abord ledit mélange de gaz à un lavage de gaz afin de le condenser partiellement et d'en extraire une partie des polluants, en ce qu'on recueille et en ce qu'on libère la partie non-condensée et non-dissoute dudit mélange à proximité d'un flux de laitier en fusion.

2. Procédé pour le traitement d'un mélange de vapeurs d'eau et d'air pollué selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on canalise d'abord ledit mélange dans un flux ascendant et qu'ensuite le mélange s'écoule en un flux descendant (23) dans une enceinte (34) maintenue en dépression où l'on pulvérise, en un écoulement parallèle, une solution aqueuse alcaline dans ledit flux descendant qui dépollue et condense partiellement ledit mélange et en ce qu'on recueille et évacue les gaz non-condensés à l'extérieur de ladite installation en un courant forcé et réglable de manière à créer et à maintenir une dépression à l'intérieur de ladite enceinte.

3. Dispositif pour le traitement d'un mélange de vapeurs d'eau, d'air et de gaz sulfurés, générés lors de la production de granulat de laitier de haut fourneau dans une installation de granulation, caractérisé par une tour fermée (20) située au-dessus de l'installation de granulation (8), destinée à capter ledit mélange de vapeurs et de gaz, par des gicleurs (30) disposés à l'intérieur de ladite tour fermée (20), ces gicleurs (30) étant raccordés à une conduite de distribution (63) d'une solution de lavage des gaz, par au moins un capteur situé en dessous desdits gicleurs, par au moins un conduit d'écoulement (58) de la solution de lavage et du condensat relié audit au moins un capteur, par au moins un conduit d'aspiration (24) des gaz non condensés débouchant dans ladite tour (20), par

au moins une pompe d'extraction (26) à débit variable raccordée audit conduit d'aspiration (24) destiné à évacuer lesdits gaz en-dehors de ladite tour et à maintenir une dépression dans ladite tour, par au moins un conduit  
5 acheminant et libérant lesdits gaz évacués à proximité d' une rigole conduisant un flux de laitier en fusion vers une tête de granulation.

4. Dispositif selon la revendication 3 caractérisé par au moins une enceinte (34) oblongue fermée à son extrémité  
10 inférieure (22) et ouverte à son extrémité supérieure, disposée verticalement à l'intérieur de ladite tour fermée (20), par au moins un conduit d'écoulement (58) de l'eau de lavage et du condensat débouchant dans l'extrémité inférieure (22) de l'enceinte (34), par au moins un conduit  
15 d'aspiration (24) des gaz non condensés débouchant dans la partie inférieure de la dite enceinte (34).

5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que la pompe à débit variable utilisée est un ventilateur (26)

20 6. Dispositif selon une quelconque revendication 3 à 5, caractérisé en ce que la pompe (26) est reliée à une sonde (66) de réglage du débit de la pompe (26) en fonction de la dépression à l'intérieur de ladite enceinte (34).

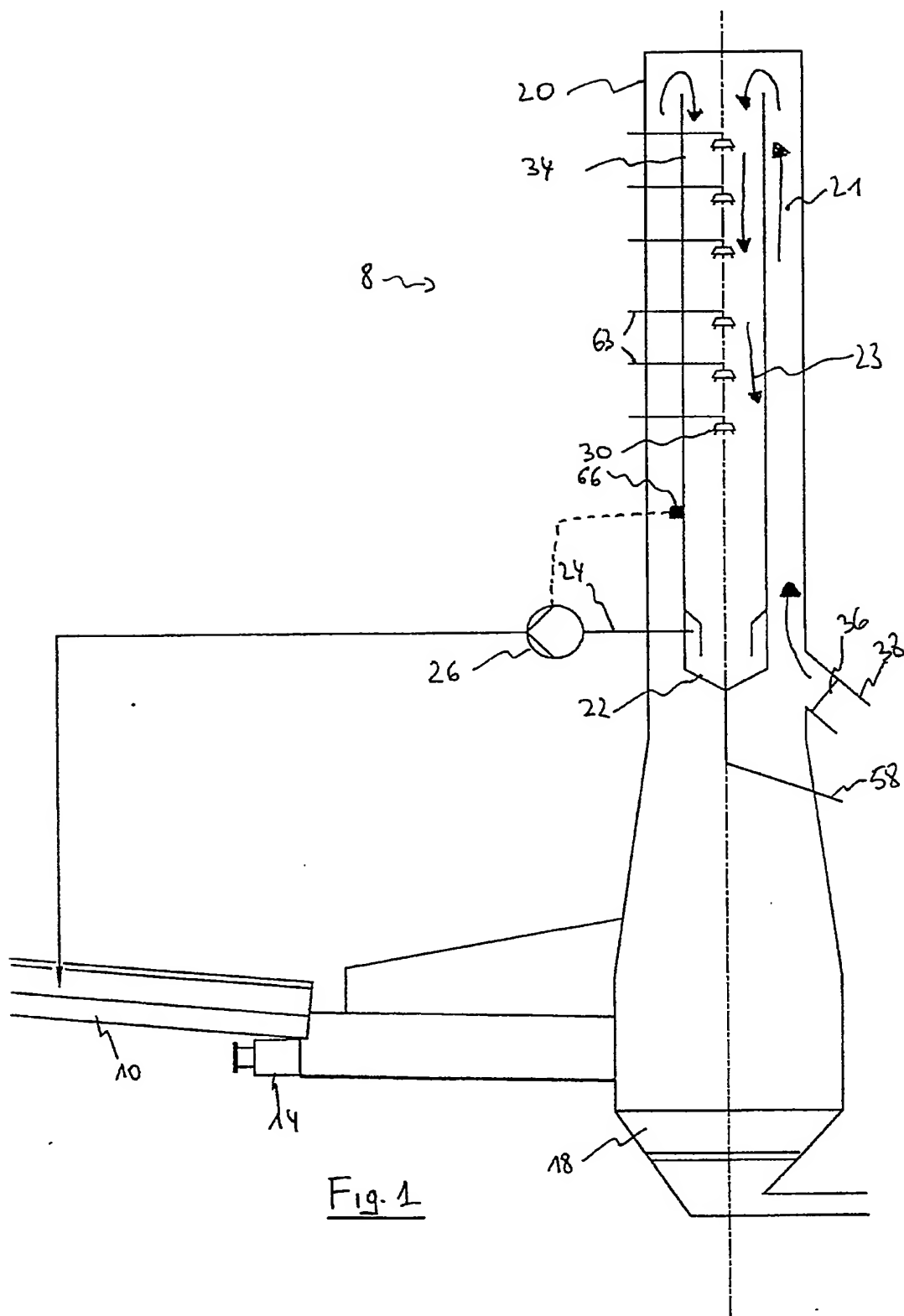


Fig. 1